
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: Elektronické informační řídicí systémy

**Renovace elektrorozvaděče pro balicí stroj
GAINSBOROUGH BAG MAKER**

**Control system renovation for baling machine
GAINSBOROUGH BAG MAKER**

Bakalářská práce

Autor: **Radek Špiroch**
Vedoucí práce: Ing. Tomáš Martinec

V Liberci dne 21. 5. 2010

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé BP a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.)

Jsem si vědom(a) toho, že své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval svým vedoucím, spolupracovníkům a přátelům, kteří se podíleli na uskutečnění této bakalářské práce. Především děkuji Ing. Tomáši Martincovi, který byl vedoucím práce a Vítu Rundovi DiS., za jeho připomínky k mé práci v průběhu konání pracovních meetingů. Mimořádný dík patří firmě LEGO Production s.r.o., za vytvoření podmínek pro uskutečnění této bakalářské práce.

Speciální dík patří mé rodině za mimořádnou podporu v době studia.

Abstrakt

Tato práce je výsledkem požadavků firmy Lego Production s.r.o. Cílem je renovace stávajícího elektrorozvaděče balicího stroje a vytvoření standardu v jejich zapojeních. Stroj se nachází jako poslední část výrobní linky na pre-pack sáčky. Firma Lego Production disponuje několika linkami s těmito balicími stroji, které se postupným dokupováním a upravováním rozvětvily zhruba do 4 různých druhů zapojení řídicích rozvaděčů, přičemž po mechanické stránce se téměř neliší. Stáří těchto strojů je přibližně mezi 10 – 20 lety.

Renovace stroje byla prováděna prací v terénu. Spočívala ve vybrání nového řídicího systému a úpravy stávajícího zapojení rozvaděče. Dále bylo třeba přepsat stávající program pro vybraný typ PLC a dodělat požadované funkce.

Při plnění tohoto úkolu bylo zjištěno, že firma má dosud sedm možných zapojení. Projektová dokumentace k jednotlivým typům nebyla odpovídající, popř. i chyběla. Proto bylo vytvoření standardu celkem nelehký úkol. Bylo potřeba sjednotit řídicí systém, vytvořit příslušnou projektovou dokumentaci a navrhnout řídicí program pro PLC, který bude stroje ovládat. Toto řešení je dosud aplikováno na většině BagMakerů.

Klíčová slova: Programovatelný logický automat, display, projektová dokumentace, Omron

Abstract

This work is a result of Lego Productions s.r.o. demands. The aims are to renovate the current packing machine switchboard and to create standard of their connections. This machine is the last part of a manufacturing line for pre-pack bags production. Lego Production s.r.o. disposes with several lines with this type of packing machines, which have branched by subsequent purchase and customising into 4 different kinds of control switchboard connections. These machines are between 10 and 20 years old.

The machine renovation was provided by field-work. It was based on choosing of a new control system and correction of current switchboard connection. Moreover it was necessary to rewrite the current program for chosen type of PLC and to add demanded functions.

During providing this task it was found out that the company has seven possible connections. The project documentation to particular types did not correspond or was missing. Therefore creation of a new standard was not an easy task. It was necessary to unify the control system, to create appropriate project documentation and to make a control program for PLC which will operate the machines. This solution has been applied on most of BagMakers.

Keywords: Programmable Logic Controller, display, project documentation, Omron

Obsah

Zadání práce	2
Prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Abstrakt.....	5
Abstract.....	6
Obsah	7
Seznam použitých zkratk a termínů.....	10
0 Úvod.....	11
1 Struktura BagMakeru.....	12
1.1 Jak stroj funguje	12
1.2 Jednotlivé komponenty elektrorozvaděče BagMakeru	12
1.2.1 PLC	14
1.2.2 Ovládací display	15
1.2.3 Senzory.....	16
1.2.4 Motorový spouštěč.....	17
1.2.5 SSR relé.....	18
1.2.6 Termostat.....	18
1.3 Předešlá řešení.....	21
1.3.1 PLC	21
1.3.2 Display	22
1.4 Nedostatky v řešeních.....	24
2 Softwarové vybavení	25
2.1 PCschematic.....	25
2.2 CX Programmer	27
2.3 Nt-series Support Tool.....	28

3	Provedené úpravy	30
3.1	Mechanická část	31
3.2	Elektrická část	31
3.3	Softwarová část	35
3.3.1	PLC	35
3.3.2	Display	37
4	Závěr	42
5	Reference	43
7	Přílohy	44

Seznam příloh

Příloha 1:	<i>Původní řešení displeje</i>	44
Příloha 2:	<i>Programové řešení výběru obrazovky s požadovaným jazykem</i>	46
Příloha 3:	<i>Obrázky rozvaděčů</i>	47

Seznam obrázků

Obrázek 1 :	<i>Kompletní sestava BagMakeru a elektrorozvaděče</i>	13
Obrázek 2 :	<i>Princip indukčnostního senzoru[4]</i>	17
Obrázek 3 :	<i>Provedení indukčnostního senzoru[4]</i>	17
Obrázek 4 :	<i>Motorový spouštěč</i>	18
Obrázek 5 :	<i>a) zdroj, b) procesorová jednotka, c) rozšiřující karty, d) koncový kryt, e) profil PLC Omron</i>	22
Obrázek 6 :	<i>Vývojové prostředí CX Programmer 5.0</i>	28
Obrázek 7 :	<i>Vývojové prostředí NTST</i>	29
Obrázek 8 :	<i>Procesorová jednotka CJ1M-CPU-11 se zdrojem a dvěma přídatnými kartami</i>	33
Obrázek 9 :	<i>Úvodní obrazovka</i>	37
Obrázek 10 :	<i>Obrazovka určená pro volbu jazyka</i>	38
Obrázek 11 :	<i>Hlavní menu BagMakeru</i>	38
Obrázek 12 :	<i>Obrazovka předvoleb a ovládání</i>	39
Obrázek 13 :	<i>Obrazovka s volitelnými funkcemi</i>	39
Obrázek 14 :	<i>Obrazovka pro posun fólie</i>	40
Obrázek 15 :	<i>Servisní menu</i>	40
Obrázek 16 :	<i>Příklad chybového hlášení</i>	41

Obrázek a : <i>Obrazovka s ovládací částí stroje</i>	44
Obrázek b : <i>Menu</i>	44
Obrázek c : <i>Obrazovka bezpečnostního okruhu</i>	45
Obrázek d : <i>Obrazovka s hlášením chyby</i>	45
Obrázek e : <i>Programové řešení výběru obrazovky</i>	46
Obrázek f : <i>Pohled do nově navrženého rozvaděče</i>	47
Obrázek g : <i>Pohled do rozvaděče S6 s novou řídicí jednotkou</i>	48
Obrázek h : <i>Pohled do rozvaděče S6</i>	49
Obrázek i : <i>Čelní pohled na různé typy rozvaděčů k BagMakeru</i>	50

Seznam tabulek

Tabulka 1: <i>Parametry procesorových jednotek</i>	32
--	----

Seznam zkratk a použitých termínů

LEGO Production s.r.o.	... Výrobní továrna v Kladně patřící do skupiny LEGO Group
Gainsborough Engineering	... Firma tvořící mechanickou část stroje
BagMaker	... Balicí stroj na pre-pack sáčky
LD (Ladder Diagram)	... Způsob tvorby programu
PLC	... Programovatelný logický automat
CPU	... Procesorová jednotka
SSR	... Výkonová polovodičová součástka
LCD	... Display
DIN lišta	... Nosná lišta normalizovaného tvaru a rozměrů
PCschematic	... Program pro tvorbu projektové dokumentace
NTST	... Vývojové prostředí pro display NT20S
CX Programmer	... Vývojové prostředí pro PLC od firmy Omron
NT – Link	... Komunikační rozhraní
Hostlink	... Komunikační rozhraní

0 Úvod

Bakalářská práce je výsledkem snažení firmy LEGO Production s.r.o., která přišla s požadavkem sjednocení řídicích rozvaděčů u pracovních linek. Činí tak z důvodu efektivity práce, levnějšího provozu a vylepšení stávajících strojů. V zakázce je kladen důraz na zdokonalení výstupní kvality produktu. Hlavním požadavkem je kontrola teploty na všech třech topných spirálách vyskytujících se na balicím stroji (dále jen „BagMaker“).

V dnešní době jsou důležitým požadavkem náklady a kvalita výrobku. Vývoj nebo přizpůsobení zcela nového stroje, který by plnil funkčnost stávajícího a plně navazoval na výrobní linku, je velice nákladný. Jedinou přijatelnou možností zůstává renovace. Zpravidla se vychází z původních návrhů, které jsou rozšířeny dle požadavků.

1 Struktura BagMakeru

1.1 Jak stroj funguje

Stroj vybraný pro renovaci byl balicí stroj firmy Gainsborough Engineering. Spouštěn je na povel z vážící jednotky, která dá impuls o připravenosti materiálu k zabalení. Po tomto pulzu nastává sevření horizontálních čelistí. Z každé strany je umístěno čidlo ověřující úplnost sevření. Pohyb čelistí je realizován pomocí pneumatického pohonu. V případě, že čidla na čelistech nejsou sepnuta do určité doby, zahlásí balič přetlak čelistí (tzn., mezi čelisti se dostal materiál nebo není přiveden vzduch). Stroj odjede s čelistmi do výchozí polohy a zastaví se. V opačném případě (obě čidla jsou sepnuta) PLC odbrzdí motor a spustí spojku.

Následný pohyb čelistí je realizován pomocí kliky umístěné na ukotvené vodící tyči. Kliky je přes rameno poháněna motorem ovládaným elektrickou spojkou a brzdou.

Převodovka motoru je osazena řemenicí. Na řemenici jsou umístěna dvě čidla. První čidlo snímá horní úvrat' (dává povel k zastavení motoru), druhé určuje rozevření čelistí. Po signálu z čidel na řemenici dochází k oddálení čelistí od sebe. Po ukončení úkonu je dán impuls z PLC pro vyjetí topného tělesa na vertikální svár. Délka sváření vertikálního sváru je určována časovačem v PLC.

V případě, že je na stroji značkováná folie (tzn., musí být svařená vždy na stejném místě) je přidáno čidlo na snímání daných značek. Toto čidlo přebírá funkci druhého čidla na řemenici, nahradí ho. Dále jsou zde senzory pro hlídání konce fóliové role. V případě konce fólie spadne napínací kladka a sepne čidlo. Stroj zahlásí chybu a zastaví se. Dalším senzorem je snímán posuv fólie. Velikost sáčku je nastavena pružinou umístěnou pod ochranným krytem.

1.2 Jednotlivé komponenty elektrorozvaděče BagMakeru

Rozvaděč se nachází vedle mechanické části, vpravo při pohledu zepředu. Je propojen pomocí tří kabelů. Dva z nich jsou umístěny přímo na rozvaděči. Třetí se připojuje přes konektor.

V zadní části rozvaděče je umístěn konektor pro připojení zařízení značení data (týden, rok) výroby na folii a je zde umístěn i konektor pro komunikaci s váhou. Přední část

obsahuje tři digitální regulátory teploty. Nahoře je umístěn dotykový display. Dole se nachází dva konektory pro připojení výstupních dopravníků. Vespod elektrorozvaděče jsou přivedeny kabely: napájecí, pro připojení BagMakeru a pro propojení ovládací a silové části naváděcího zařízení folie.

Fota viz. Příloha 3



Obr.1 – Kompletní sestava BagMakeru a elektrorozvaděče.

1.2.1 PLC

Programovatelný logický automat nebo-li PLC (z anglického *Programmable Logic Controller*) je malý průmyslový počítač používaný pro automatizaci procesů v reálném čase - řízení strojů nebo výrobních linek v továrně. PLC automaty jsou odlišné od běžných počítačů nejen tím, že zpracovávají program cyklicky ale i tím, že jejich periferie jsou přímo uzpůsobeny pro napojení na technologické procesy. Převážnou část periferií v tomto případě tvoří digitální vstupy (DI) a digitální výstupy (DO). Pro další zpracování signálů a připojení k technologii jsou určeny analogové vstupy (AI) a analogové výstupy (AO), pro zpracování spojitých signálů. S rozvojem automatizace v průmyslu jsou používány i další moduly periferních jednotek připojitelných k PLC, které jsou nazývány funkčními moduly (FM), např. pro polohování, komunikační procesory (CP) pro sběr a přenos dat a další specifické moduly podle výrobce konkrétního systému. Z hlediska konstrukce PLC se tyto dělí do skupiny „kompaktních“ a „modulárních“ systémů.

- **Kompaktní** systém je takový, který v jednom modulu obsahuje: CPU (Central Procesor Unit), digitální a analogové vstupy/výstupy a základní podporu komunikace. V některých případech i zdroj. Rozšiřitelnost kompaktních systémů je omezena.

- **Modulární** systém je takový, kde jsou jednotlivé komponenty celku rozděleny do modulů. Celý systém PLC se potom skládá ze zdroje, CPU, vstupů/výstupů, funkčních modulů. Modulární systém je možno dále rozšiřovat (s ohledem na limity výstavby systému), a to v nepoměrně větším rozsahu než u kompaktních systémů.

První používané PLC byly převážně schopny zpracovávat binární logiku řízení, jejich prvotním cílem byla náhrada reléových automatů. Postupně se s rozvojem polovodičových součástek rozšiřovalo spektrum použitelnosti těchto systémů na zpracování analogových signálů, matematických funkcí (zprvu v pevné řádové čáře, postupně v plovoucí řádové čáře) až po možnost realizace složitých systémů řízení obsahující zpracování binárních signálů, analogových hodnot, komunikaci s jinými systémy, přenos dat, archivaci naměřených hodnot, vlastní diagnostiku, tiskové výstupy...

Původně malé počítače pro automatizaci již dorostly do výkonných řídicích systémů, kdy jádro řídicího systému (modul CPU) obsahuje i několik procesorů, z nichž má každý svoji specifickou funkci. Malé a levné jednotky CPU samozřejmě neobsahují veškeré vymoženosti a komfort jako výkonově velké CPU. U velkých CPU je architektura (více procesorů) použita z důvodu zajištění potřebné odezvy a rychlosti zpracování dat v reálném čase. Každé CPU obsahuje jeden „hlavní“ procesor, který zpracovává programový algoritmus řízení (vytvořený

programátorem jako uživatelská aplikace) a další procesory, které jsou tomuto podřízeny. Tyto podřízené procesory zajišťují komunikaci po interní sběrnici s jednotkami vstupu/výstupu, komunikaci s dalšími procesory (např. na síti), sběr dat z decentralizovaných periférií a další funkce. V dnešní době není výjimkou ani případ, kdy CPU obsahuje WWW server (HTML generátor), tzn., může být připojeno do sítě (zpravidla neveřejné) a být sledováno a řízeno použitím běžného prohlížeče WWW. Řídící jednotky některých modulárních systémů jsou ve skutečnosti klony osobních počítačů v provedení se zvýšenou odolností vůči vnějším vlivům a s upraveným standardním desktopovým operačním systémem.

1.2.2 Ovládací display

Firma Omron nabízí dotykem ovládaná zobrazovací a ovládací rozhraní již mnoho let. První plně programovatelné operátorské panely (terminály) s dotykovou obrazovkou, se na trhu objevily již před více než deseti lety. Jde o prostředky schopné okamžitého použití ihned po zapnutí stroje, bez nutnosti čekat na rozběh hostitelského počítače s operačním systémem. Díky své robustnosti, spolehlivosti a již zmíněné pohotovosti se doporučují pro použití přímo v provozu, kde se ušetří všechny ostatní klasické ovládací a signalizační prvky - tlačítka, vypínače a signálky (s výjimkou tlačítek pro bezpečnostní vypnutí).

Ovládání stroje prostřednictvím operátorského panelu je jednodušší a přehlednější a nevyžaduje složitý návod k obsluze, protože v každém okamžiku a režimu činnosti mohou být operátorovi na obrazovce zpřístupněny pouze ty zobrazovací a ovládací objekty, které v danou chvíli mají smysl, navíc s případnou vysvětlující nápovědou.

Pro komunikaci s PLC je určena sériová linka RS-232C nebo RS-422/RS-485. Tiskárnu lze připojit přes standardní rozhraní Centronix. Terminál je při komunikaci řídícím zařízením (master) a je schopen sám číst a aktualizovat data v paměti PLC v závislosti na tom, jak je potřebují právě zobrazené objekty. Tato koncepce spolupráce s PLC je navíc tak robustní, že i po přerušení komunikační linky může program v PLC pracovat bez jakýchkoliv omezení s hodnotami naposledy nastavenými z terminálu. Prostředí pro vývoj aplikací je jednotné pro všechny terminály, pracuje pod libovolnou verzí operačního systému Windows. Pro tvorbu zobrazovaných objektů obsahuje vývojové prostředí knihovnu grafických prvků (tlačítka, indikátory) a knihovnu piktogramů podle normy ISO 7000 pro kreslení schémat technologie. Proměnné pro zobrazení a editaci lze importovat z vývojového prostředí pro PLC (program CX-programmer).

1.2.3 Senzory

Indukčnostní senzory jsou pasivní senzory, v nichž je měřená veličina převáděna na změnu indukčnosti (jedna cívka, tzv. tlumivkové senzory), nebo vzájemné indukčnosti (nejméně dvě cívky - tzv. transformátorové senzory).

Magnetický obvod senzorů může být otevřený nebo uzavřený, uspořádání jednoduché nebo diferenciální.

Impedance senzoru s cívkou o N závitů je určena obecně vztahem:

$$Z(j\omega) = R + j\omega \frac{N^2}{Z_m},$$

kde: Z_m je magnetické reluktance, R je ohmický odpor vinutí a N je počet závitů.

Indukčnostní senzory na principu vířivých proudů

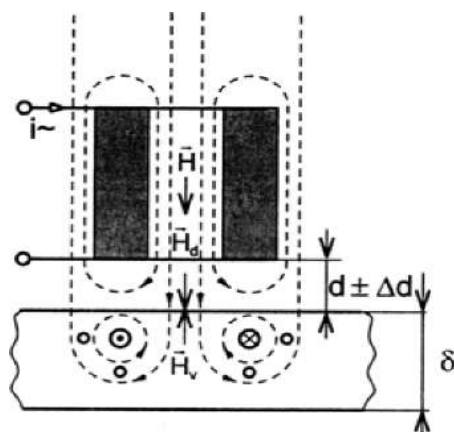
Podstata těchto senzorů je znázorněna na *obr. 2*. Vířivé proudy jsou způsobeny střídavým magnetickým polem cívky H a vyvolají v materiálu s rezistivitou p a permeabilitou μ , sekundární magnetické pole o intenzitě H_v působící proti poli, které je vyvolalo (Lenzův zákon). Zmenšuje se tak intenzita původního pole, což má za následek zmenšení indukčnosti budící cívky a zvýšení jejích ztrát, jelikož je nutné nahradit energii spotřebovanou vířivými proudy na ohřev vodivého objektu.

Fyzikálně hloubka vniku δ odpovídá vzdálenosti pod povrchem vodivého tělesa, ve které se magnetické pole utlumí na $1/e$ (37%) intenzity na povrchu. Používá-li se senzor pro měření vzdálenosti, musí se zvolit pracovní frekvence ω tak, aby údaj senzoru nebyl závislý na tloušťce měřeného objektu d , tedy aby $d \gg \delta$.

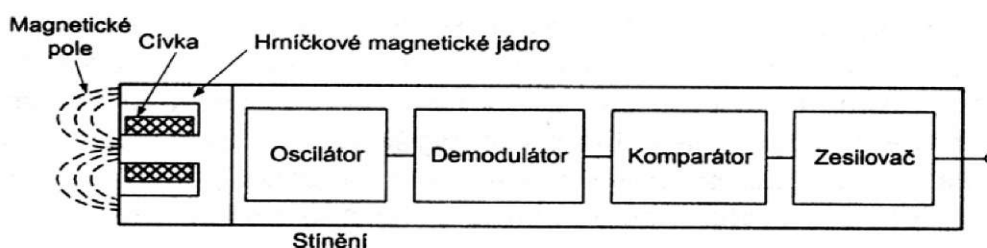
Použití senzorů s vířivými proudy:

- měření vzdálenosti,
- detekce vodivých objektů (minohledačky, indukční smyčky pro detekci vozidel),
- měření tloušťky vodivých vrstev,
- defektoskopie: hledání trhlin ve vodivých materiálech.

Cívka senzoru je většinou navinuta na feritovém hrníčkovém jádře, což zvyšuje citlivost a fokusuje vyzařované pole. Převážná většina vyráběných senzorů má dvoustavový výstup (polohové spínače). Vyhodnocovací obvody těchto jednoduchých senzorů bývají založeny na LC oscilátoru nebo cize buzeném LC rezonančním obvodu. [4]



Obr. 2 - Princip indukčního senzoru[4]



Obr. 3 - Provedení indukčního senzoru[4]

1.2.4 Motorový spouštěč

Tento typ jističů zajišťuje ochranu motorů jak proti zkratům, tak proti nadproudu rychlým přerušením obvodu s poruchou. Jedná se o kombinaci elektromagnetického jističe a nadproudového relé podle norem.

V těchto spouštěcích má ochrana proti zkratům pevnou mez, obvykle 13násobek maximálního proudového nastavení tepelné ochrany.

Tepelná ochrana (proti nadproudu) je kompenzována na změny okolní teploty, tzn., že vypínací charakteristika se nemění až do okolní teploty 60 °C. Nastavení tepelné ochrany lze měnit zepředu spouštěče. Jeho hodnota musí odpovídat jmenovitému proudu chráněného motoru.

Kromě toho je vzdálenost mezi kontakty ve vypnutém stavu dostatečná pro zajištění izolace.



Obr.4 – Motorový spouštěč

1.2.5 SSR relé

SSR (*Solid state relay*) je polovodičový spínací prvek používaný v elektrotechnice, nejčastěji jako náhražka elektromagnetického relé nebo stykače. Někdy proto bývá nazýváno jako polovodičové relé.

Jelikož se jedná o polovodičový spínací prvek, neobsahuje (na rozdíl od elmag. relé nebo stykače) žádné pohyblivé součásti, které se při častém spínání mohou opotřebit a navíc vydávají hluk. Další výhodou jsou obvykle menší rozměry součástky při stejném spínaném výkonu. Neposlední výhodou je vyšší rychlost přepínání oproti výše zmíněným elektromechanickým prvkům. Nevýhodou je naopak vyšší úbytek napětí na spínacím prvku a obvykle nutnost tento prvek chladit přídavným pasivním chladičem. Další nevýhodou, související s nižším rozšířením SSR v praxi, je vyšší cena oproti běžně používaným relátkům a stykačům.

SSR se s výhodou používá například při automatizovaném řízení elektroohřevu, kdy je topné těleso spínáno a vypínáno v krátkých proměnlivých intervalech (Pulsně šířková modulace – PWM) za účelem dosažení požadované teploty. [5]

1.2.6 Termostat

Jak regulátor teploty pracuje

Přesná regulace teploty v procesu bez rozšířené spoluzodpovědnosti operátora je ponechána na regulátoru s připojeným snímačem teploty na vstupu, jako je termočlánek nebo odporový teploměr. Regulátor porovnává aktuální teplotu s teplotou žádanou a poskytuje výstup pro řídicí akční prvek. Regulátor je jedním z členů celého regulačního řídicího systému, který by měl být při výběru podroben analýze.

Při výběru regulátoru by měly být zváženy následující body:

- Typ vstupního snímače (termočlánek, odporový teploměr) a rozsah teploty,
- Požadovaný typ výstupu (elektromechanické relé, SSR, analogový výstup),
- Potřebný řídicí algoritmus (zapnuto/vypnuto, proporcionální, PID),
- Počet a typ výstupů (topení, chlazení, alarm, limitní signál)

Jaké jsou rozdíly u typů regulátorů a jak pracují

Jsou tři základní typy regulátorů: zapnuto/vypnuto (nespojité), proporcionální a PID.

• Nespojité regulace

Nespojitý regulátor je nejjednodušší přístroj pro regulaci teploty. Výstup z tohoto přístroje je zapnut/vypnut, bez středové mezipolohy. Tento regulátor bude aktivovat výstup, jen když teplota bude přecházet nastavenou žádanou hodnotu. Při regulaci teploty je výstup sepnut, když je teplota pod žádanou hodnotou a výstup je rozepnut, když je teplota nad žádanou hodnotou. Protože se při přecházení teploty přes nastavenou žádanou hodnotu mění stav výstupu, bude teplota v procesu stále opakovaně kolísat pod a nad žádanou hodnotu. V případech, kdy cyklování nastává rychle, abychom zabránili poškození spínacích prvků a ventilů, je do funkce regulátoru přidáno pásmo necitlivosti nebo hystereze. Tato diferenční hodnota vyžaduje, aby teplota překročila žádanou hodnotu o určitou velikost, než se výstup vypne nebo zase zapne. Toto pásmo pro zapnuto/vypnuto stavy chrání výstup před rychlým cyklickým vypínáním / zapínáním. Nespojité regulace se používá pro případy, kde není nezbytná precizní regulace. V systémech, které nemohou dostávat energii příliš častým spínáním / vypínáním. Tam kde je hmota (setrvačnost) systému tak velká, že se teploty mění velmi pomalu. Nebo pro hlášení teplotního alarmu. Jedním zvláštním typem nespojitého regulátoru používaného pro alarmy je limitní regulátor.

Limitní regulátor používá alarmové relé (s přídrží). Resetování tohoto relé se provádí ručně (kvitováním) a používá se k ukončení procesu, když bylo dosaženo určité teploty.

• Proporcionální regulace

Proporcionální regulace jsou projektovány, aby se odstranilo cyklování spojené s nespojitou regulací. Proporcionální regulátor zmenšuje průměrnou napájecí energii do topného tělesa podle toho, jak se teplota přibližuje k nastavené žádané hodnotě. To má za následek, že topné těleso je pomalým způsobem vypnuto, takže nedojde k překročení žádané hodnoty, ale dosáhne jí. Teplota je udržována stabilní. Tato proporcionální akce může být dosažena také spínáním / rozepínáním výstupu po krátké časové intervaly. Proporcionální proměnnou pro regulaci teploty, v tomto případě, je poměr času sepnutí k času vypnutí.

Proporcionální akce nastává v pásmu proporcionality, které je v okolí žádané hodnoty. Mimo toto pásmo pak regulátor pracuje jako nespojitý regulátor s výstupem buď sepnutým (pod proporcionálním pásmem), nebo zcela vypnutým (nad proporcionálním pásmem). Avšak v pásmu proporcionality je výstup spínán / vypínán v poměru diferencí měřená a žádaná. V hodnotě žádané (střed proporcionálního pásma) je poměr výstup zapnut ku výstup vypnut 1:1. Je-li teplota dále od žádané, časy zapnutí a vypnutí jsou v proporci k diferenci teploty. Je-li teplota pod žádanou, pak výstup bude sepnut. Je-li teplota příliš vysoká, výstup bude vypnut.

- PID regulace

Takový regulátor kombinuje proporcionální regulaci se dvěma doplňkovými regulacemi (integrační, derivační), které pomáhají automaticky kompenzovat změny v systému. Tyto regulace integrační a derivační jsou definovány časově závislými jednotkami. Jsou nazvány dle jejich recipročních hodnot (RESET, RATE). Proporcionální, integrační a derivační časové konstanty musí být jednotlivě nastaveny nebo "laděny", partikulárně, použitím pokusů a chyb. Tím se poskytuje nejpřesnější a stabilní regulace z těchto tří typů regulátorů. Nejlépe se osvědčují v systémech, které mají relativně malou hmotu (malou setrvačnost), tj. ty, které reagují rychle na změny v energii přiváděné do procesu. Doporučuje se u soustav, kde se zátěž mění často a předpokládá se, že regulátor bude automaticky kompenzovat častými změnami žádané hodnoty. Předpokladem je dostatek energie.

1.3 Předešlá řešení

Jednotlivá řešení se mechanickou konstrukcí téměř nelišila. Zato po elektrické stránce se postupem času, při rozšiřování výroby, měnily a nahrazovaly jednotlivé komponenty. S každým nákupem se použily novější technologie.

Firma LEGO kupovala od výrobce pouze mechanickou část. Elektrorozvaděč byl vždy navržen v Dánsku (LEGO).

První elektrorozvaděče byly osazeny systémem s označením S6 od firmy Omron. Další nově navržené měly systém C40. U těchto elektrorozvaděčů ještě nefungovala funkce zastavení stroje při poklesu teplot pod nastavenou hranici. Poslední navržené rozvaděče měly procesor CQM1. Tento typ se neovládal klasickými tlačítky a přepínači, ty byly nahrazeny displejem NT20S.

Jelikož firma Omron zastavila výrobu a podporu typu S6, bylo nutné navrhnout náhradní řešení. Toto řešení pracuje s typem PLC CJ11M. Při výměně nedocházelo k jiným úpravám.

Fota viz. *Příloha 3*

1.3.1 PLC

Programovatelný automat firmy Omron CQM1 s procesorovou jednotkou CPU21- V1, patří dle dělení výrobce do třídy malých, tedy vzhledem k jeho výkonu má malé rozměry. Je vhodný k začlenění do rozvodných skříní na běžně používanou DIN lištu, ale lze jej připevnit i na stěnu pomocí šroubů. Jeho struktura je modulární. K centrální jednotce s procesorem *obr. 5b* se připojuje zdroj *obr. 5a* i ostatní rozšiřující moduly *obr. 5c* s digitálními, nebo analogovými vstupy či výstupy, jednotky pro komunikaci, měření teploty apod. To vše tvoří jeden celek uzavřený koncovým krytem *obr. 5d*. Všechny části mají shodný profil *obr. 5e*, i po rozšíření si zachovává svůj charakteristický vzhled.

Uživatelský program probíhá, stejně jako ve všech standardních PLC, v cyklech. Podporuje tzv. přímý výstup, tzn., že fyzický výstup není aktualizován po ukončení cyklu, jak je běžné, ale ve chvíli, kdy jej program zapíše do V/V paměti. Instrukční soubor nabízí celkem 137 instrukcí a funkcí rozdělených do 14 základních skupin. Doba trvání běžné instrukce je 0,5 až 1,5 ms (některé z nich, jako je např. paměťový přesun můžou trvat i 24 ms) a jejich délka 1 až 4 slova. Paměťové místo vyhrazené pro samotný program činí 7,2K slov.

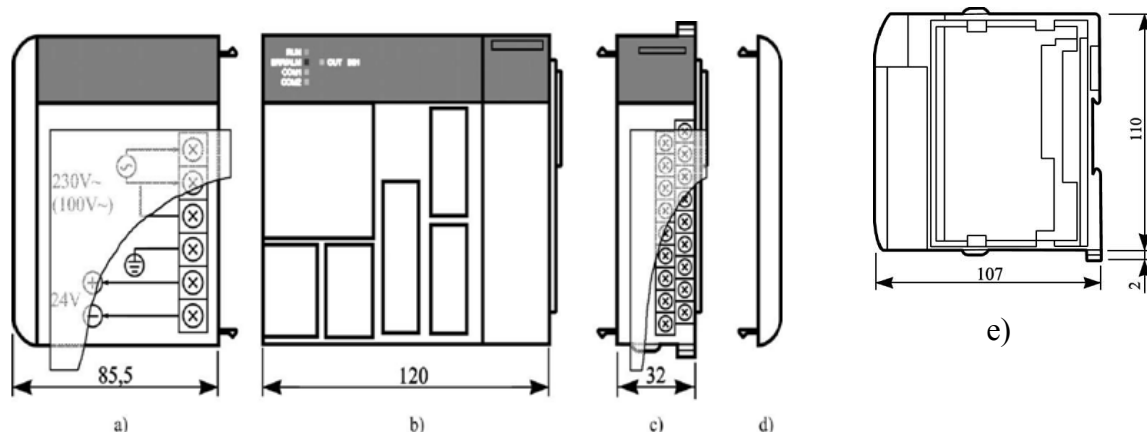
Procesorová jednotka:

Procesorová jednotka je navržena tak, že ji lze snadno začlenit do procesu. Již v základní konfiguraci obsahuje:

- 16 digitálních 24V vstupů,
- možnost připojit až 256 vstupů či výstupů,
- vysokorychlostní čítače a časovače,
- komunikační rozhraní RS-232C pro komunikaci s externím zařízením nebo s jiným PLC,
- port pro připojení PC, programovacího terminálu nebo datové konzoly,
- tři druhy přerušení (externí, od čítače, od časovače)
- 4 analogové vstupy + 2 analogové výstupy (přesnost 12 bitů).

Struktura paměti:

Paměťový prostor tohoto programovatelného automatu je rozdělen na několik oblastí podle jejich funkce, použití nebo způsobu adresování. Základní paměťovou jednotkou je zde slovo (word), tzn., že jedna jednotka má 16 bitů. [2]



Obr. 5 – a) zdroj, b) procesorová jednotka, c) rozšiřující karty, d) koncový kryt, e) profil PLC Omron

1.3.2 Display

NT20S

Blíže představíme malý monochromatický dotykový displej NT20S, který byl v našem případě použit. Rozměry LCD podsvíceného výměnnou výbojkou jsou 112×56 mm (256×128 obrazových bodů). Celkem 72 dotykových plošek, uspořádaných do šesti řádků,

lze při definování tlačítek sdružovat do libovolně velkých obdélníkových oblastí. Terminál je napájen 24 V DC. Pro komunikaci s automatem Omron přes rozhraní RS-232C je možné zvolit protokol Hostlink (orientovaný na ASCII), nebo binární protokol NT-link. NT-link může být ve variantě 1 : 1, nebo ve variantě NT-link 1 : N s připojením několika terminálů na jednu sériovou linku, kde N může být až osm a terminály si cyklicky předávají řízení sběrnice v módu multimaster. Program je uložen v paměti flashROM a může obsahovat až 500 zobrazení s celkem 256 bitovými proměnnými, přiřazenými příslušným dotykovým ploškám, 128 numerickými a 128 řetězcovými proměnnými. V zobrazeních lze kombinovat fixní alfanumerické texty proměnné velikosti, s možností použít až 64 libovolných, uživatelem definovaných, grafických znaků (např. písmena s českou diakritikou, speciální značky a grafické znaky) a také další grafické objekty typů:

- přímka a lomená přímka, kruh,
- palcový přepínač (dvojí velikosti),
- sloupcový graf,
- kruhové nebo obdélníkové indikátory (kontrolky).

Veškeré objekty lze zvýraznit inverzním anebo míhavým zobrazením [3].

- Program
Původní program byl členěn do čtyřech sekcí.

Zapnutí/Vypnutí

Tato sekce je rozdělena do pěti částí a slouží pouze pro zapínání jednotlivých funkcí. První část tzv. Rung je Zapnutí a vypnutí baličky. To je prováděno stisknutím tlačítka ON na displeji. Tím je spuštěna instrukce KEEP (obdobná funkci klopného obvodu Set-Reset). Tlačítkem OFF je instrukce KEEP vypnuta. V této sekci se jiné instrukce nevyskytují, kromě načítání vstupů a výstupů. Další z funkcí zde je Zapnutí/vypnutí topení, nože, vibračního prvku a přepínání používaného čidla synchronizačních značek/čidlo dosažení dolní pozice.

Obrazovky

Sekce se věnuje jednotlivým obrazovkám na display. Je rozdělena do třiceti sekcí. Jsou zde spouštěny obrazovky jak chybových hlášení, tak obrazovky pro ovládání stroje. Jejich zobrazování je realizováno určitou kombinací vstupů a výstupů. Jednotlivé obrazovky jsou:

Potvrzení obrazovky chyby tisku; Obrazovka chyby potisku fólie; Potvrzení chyby navíjení fólie; Obrazovku chyby navíjení fólie; Timeout vyvolání chyby blokování horizontálních čelistí; Stav potvrzení chyby blokování horizontálních čelistí; Obrazovka chyby blokování horizontálních čelistí; Rozlišení čidla horních čelistí, na kterém došlo k jejich zablokování; Potvrzení obrazovky chyby blokování horizontálních čelistí, pravý senzor; Obrazovka chyby blokování horizontálních čelistí, pravý senzor; Potvrzení obrazovky chyby blokování horizontálních čelistí, levý senzor; Obrazovka chyby blokování horizontálních čelistí, levý senzor; Potvrzení nedotopení horizontálních čelistí; Obrazovka alarmu nedotopení horizontálních čelistí; Potvrzení přetopení horizontálních čelistí; Obrazovka alarmu přetopení horizontálních čelistí; Potvrzení nedotopení vertikálních čelistí; Potvrzení přetopení vertikálních čelistí; Obrazovka alarmu přetopení vertikálních čelistí; Obrazovka chyby otevření krytu.

Chod Stroje

Zde se realizují veškeré činnosti BagMakeru. Skládá se z následujících částí programu: Impulz při stisku tlačítka MAN, pokud nejede cyklus stroje; Požadavek na zapnutí automatického režimu, povoleno při dosažení teplot; Nahození / shození automatického režimu; Shození jedoucího cyklu ve STOPu po stisku tlačítka MAN, nutno držet alespoň 1s; Lampy tlačítek režimů stroje; Zapnutí automatického cyklu; Stav STOP cyklu; Inicializace při zapnutí nebo splnění jedné z podmínek předčasného ukončení; Příkaz pro shození cyklu a celkovou inicializaci; Impulz při otevření krytu; Start krokové sekvence automatického cyklu stroje; Ukončení krokové sekvence; Spojka; Brzda;

END

Poslední sekce je ukončovací a neobsahuje nic krom příkazu END což značí konec sekci.

1.4 Nedostatky v řešeních

Hlavní závažný nedostatek se vyskytl při řízení teploty na čelistech. Problém spočíval ve snímání teploty pouze na jedné čelisti a topné spirály byly spojeny paralelně. V případě poruchy na spirále, která nebyla umístěna u snímače teploty, se vychladnutí registrovalo až v případě nekvalitního sváru na sáčku.

2 Softwarové vybavení

2.1 PCschematic

Databázově orientovaný projekční software

Projektová dokumentace vytvořená v rámci této práce byla zpracována s využitím databázově orientovaného elektro-software PCschematic dánské firmy DpS CAD-center ApS koupeného od české firmy CADware s.r.o.

PCschematic je specializovaný software pro tvorbu projektové dokumentace projektů elektro. Umožňuje inteligentní kreslení schematických zapojení nejen pro slaboproudá zapojení, ale i pneumatické systémy, energetiku apod. Hlavní výhoda oproti klasickým kreslicím projekčním softwarům plyne z jeho podstaty založené na spolupráci s databází. Díky tomu efektivně napomáhá uživateli v sestavení schémat zapojení a v tvorbě doprovodné projektové dokumentace. Projektant se pak nemusí zabývat časově náročnými stereotypními a rutinními úkony při tvorbě projektové dokumentace. Zcela automaticky například generuje potřebné rozpisky a seznamy materiálů, sestavy svorkovnic, provádí křížové odkazy, přečísluje vodiče a změny označení součástek při změnách ve schématu a kontroluje návrh projektu na duplicity ve značení. Značně pak zjednodušuje návrh rozvaděčů v návaznosti na nakreslené obvodové schéma zapojení. [1]

Databáze

Stupeň zjednodušení a výsledná produktivita tvorby projektové dokumentace přímo závisí na kvalitě a rozsahu zdrojové databáze. S programem je dodávána databáze o obsahu několika desítek tisíc konkrétních elektrických prvků od předních světových i českých výrobců. Databáze je výrobcem softwaru průběžně rozšiřována. V případě potřeby může databázi jednoduše modifikovat a rozšiřovat i uživatel. Samozřejmostí je možnost importovat údaje do databáze z externích zdrojů - MS Accessu, Excelu a dalších. V tabulce databáze jsou u každého prvku zapsány informace o typu, popis, objednáací číslo, výrobce, dodavatel, čárový kód, cena, ale také název potřebného schematického symbolu, značení vývodů schematického symbolu a mechanického symbolu pro rozvaděč, atd. Počet prvků a informací o každém z nich není omezen. Databáze zajišťuje automatickou vazbu mezi prvkem, schematickým a mechanickým symbolem a výpis materiálu. Vybráním potřebného prvku v databázi při kreslení, je pak jednoznačně určeno který schematický symbol nebo jeho část bude použita ve schematickém výkresu.

Projektová dokumentace

Program je zaměřen na tvorbu komplexní projektové dokumentace. Všechny části projektu jsou součástí jednoho souboru - elektrická schémata, mechanické návrhy, tabulky obsahů, rozpisky, dílčí plány zapojení, ale díky podpoře OLE rozhraní umožňuje také integraci dokumentů z jiných aplikací jako MS Word, Adobe Acrobat a dalších. Soubor projektu může obsahovat neomezený počet stránek. Užitečná je spolupráce s CAD softwary typu AutoCAD. Ta je výhodná pro import staré projektové dokumentace nebo kreslení půdorysů a dispozičních schémat. Tvorba projektové dokumentace je velice zjednodušena drag & drop technologií. Prvky stačí jednoduše vybrat z nabídky a umístit do projektu, kde se okamžitě zařadí do všech požadovaných částí, výpisů a získají jedinečné označení dle typu a pořadí. Toto neplatí jen pro přetažení jednotlivých prvků, ale i pro celé soubory prvků, části jiných projektů nebo dokonce kompletních projekčních celků. Většina kvalitních projektů většího rozsahu má společnou koncepci – titulní stranu, technickou zprávu, dispoziční schéma, jednopólová schéma, obvodová schéma, montážní schéma, výpis materiálu po typech a výpis materiálu po kusech. Projektant při tvorbě projektu použije šablonu, ve které má již nadefinované typy použitých schémat a druhy výpisů. Volbou šablony má projektant hotovou prakticky většinu doprovodné dokumentace projektu, jelikož je dále generována automaticky při tvorbě vlastního schéma.

Osobní zkušenosti

Práce s programem je velice intuitivní, ale aby bylo možno využít všechny funkce, bylo by zapotřebí několika měsíců soustavné práce s programem, o čemž vypovídá několikasetstránkový manuál. Koncepce databázově orientovaného projektování, je významně odlišná od klasických kreslících softwarů a pro zvýšení efektivity a produktivity projektování je nutno přijmout nové postupy práce. Počáteční investice času věnovanému na vstřebání tohoto stylu projektování se ovšem v dlouhodobém horizontu vrátí v podobě značné úspory času při dalších projektech a zvýšenou kvalitou výstupní dokumentace.

2.2 CX Programmer

Návrh řídicího softwaru

Řídicí software pro řízení BagMakeru byl naprogramován ve vývojovém prostředí CX Programmer verze 5.0, který patří do rodiny programovacích a konfiguračních softwarových produktů CX-One, společnosti Omron.

Popis vývojového prostředí CX Programmer

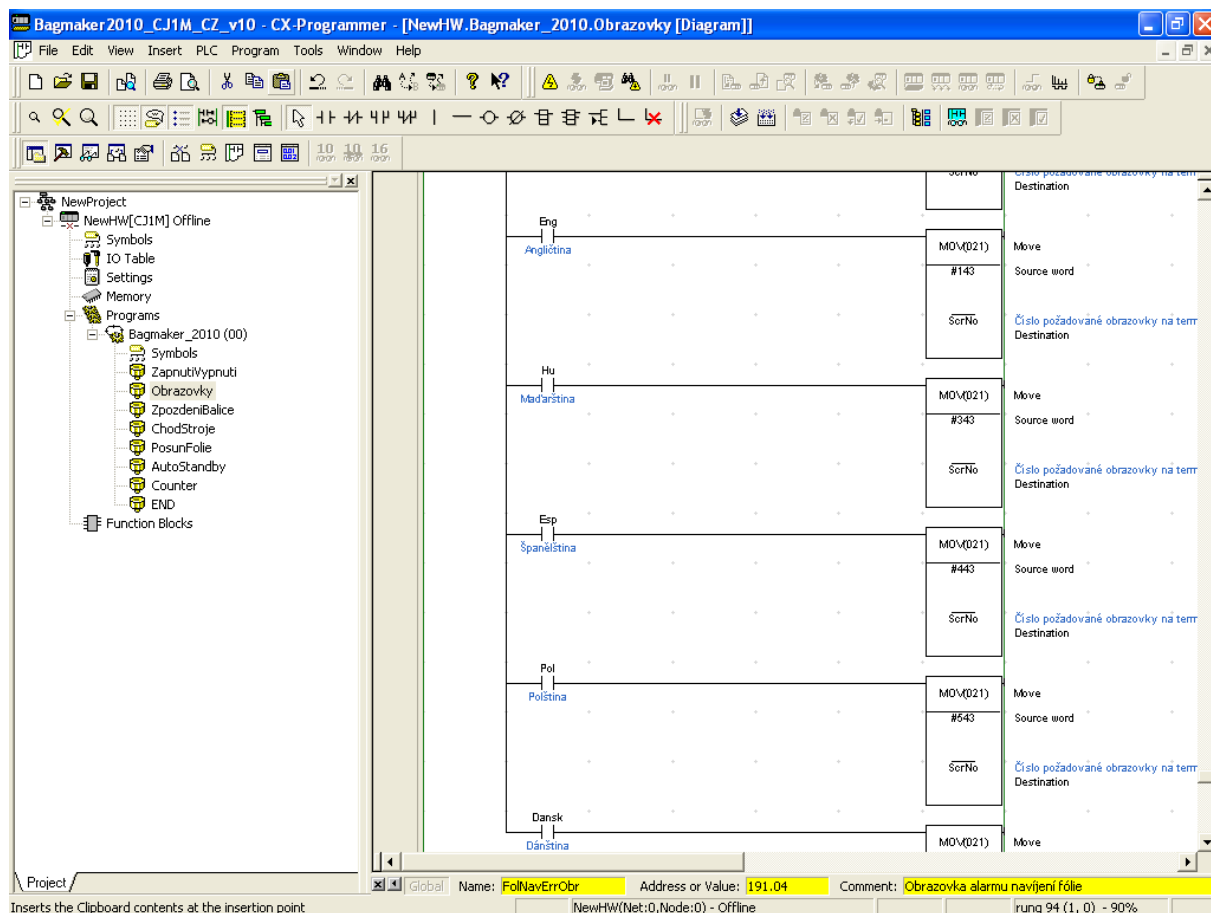
Programovací prostředí CX Programmer slouží k naprogramování a následnému nahrávání naprogramovaného softwaru do PLC.

Řídicí program jsme navrhovali pomocí Ladder Diagram (LD). LD jsou nejběžnějším způsobem programování PLC. Kreslením schémat pomocí symbolů znázorňujících kontakty, výstupy, vodiče a pomocí velkého množství instrukcí.

Strukturovaný textový jazyk (Structured Text - ST) je bohužel součástí programového prostředí od verze 6.0. Je to vyšší programovací jazyk, pro průmyslové řízení, hlavně pro PLC, definovaný IEC standardem. Obsahuje množství příkazů, jako jsou např. příkazy podmínek IF-THEN-ELSE-END_IF, příkazy cyklů FOR, WHILE a také mnoho matematických funkcí a aritmetických operací.

Architektura programu napsaného v CX-Programmer

Každá řídicí aplikace napsaná ve vývojovém prostředí CX Programmer, je vedena jako projekt. Projekt může obsahovat několik úkolů, tzv. Tasků. Každý Task se může spouštět buď se spuštěním běhu celé aplikace, nebo pomocí instrukce Tkon, a zastavovat pomocí instrukce Tkof. Takto můžeme omezit běh programu pouze na ty úkoly, které v dané chvíli potřebujeme pro správnou funkci. Existují dva typy Tasků: Cyklické a přerušovače. Cyklický Task se převádí po jeho spuštění v každém cyklu PLC, dokud není pozastaven. Jeden cyklus přerušovacího Tasku se provede vždy v přerušení programu, kterému je daný Task přidělen. Po jeho provedení se běh Tasku zastaví, skončí přerušení a pokračuje cyklický běh programu. Pro snadnější orientaci ve velkém programu se mohou Tasky dále rozdělovat do libovolného počtu sekcí s volně definovatelným názvem, jako kapitola v knize, a PLC prochází sekce v pořadí, v jakém jsou nadefinovány. Oddíly je v programu možné jednoduše přeskupovat a volně kopírovat. Každá sekce se skládá z libovolného počtu tzv. Runge-ov. Je to vlastně řádek programu, který musí vždy obsahovat alespoň jeden kontakt a alespoň jeden výstup, nebo výstupní instrukci. [8]



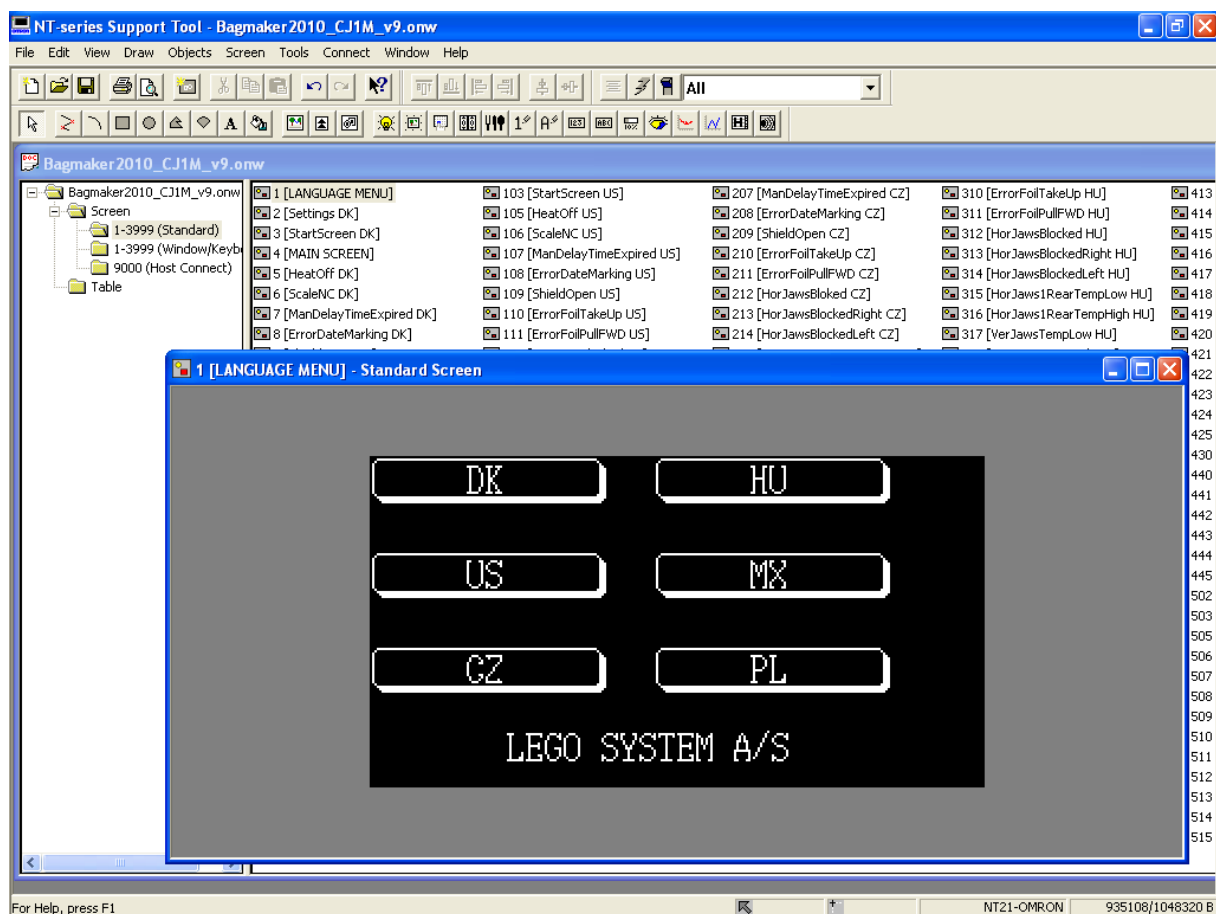
Obr.6 – Vývojové prostředí CX Programmer 5.0

2.3 Nt-series Support Tool

Software ovládacích terminálů pro modely řady NT, který funguje se symboly PLC

NTST se používá k naprogramování modelů řady NT11, NT21, NT31 a NT631. NTST slouží k návrhu aplikací s řadou různých objektů, z rozsáhlé knihovny symbolů. Tento software umožňuje importovat adresy ze softwaru CX Programmer. Obsahuje mapu znaků umožňující návrh vlastních znaků a umožňuje do aplikací umisťovat rastrové obrázky. Umožňuje odesílat a stahovat programy a simulovat stav zapnutí/vypnutí a blikání objektů ke kontrole aplikací před stažením. [3]

- Import adres PLC
- Mapa znaků
- Simulace stavů zapnutí/vypnutí
- Správce symbolů a knihovna obrázků
- Snadno použitelný programovací software



Obr.7 – Vývojové prostředí NTST

3 Provedené úpravy

3.1 Mechanická část

Po mechanické stránce zůstal balíč prakticky nezměněn. Byly provedeny jen menší úpravy. Jednou z nich bylo odebrání mechanického kolečka, které seřizuje fólii. Místo něj byl použit asynchronní motor s převodovkou do pomalu v poměru 56:1. Dále byly dodány dva koncové dorazy polohy naváděcího zařízení. Další úpravou bylo přidání konektorů na přívod k topným spirálám k zajištění jejich snadné manipulace při výměně. Především verze měla topné spirály přidělané přímo do pomocného rozvaděče na konstrukci, čímž byla zapříčiněna zdoluhavá manipulace při jejich poškození. Do vnitřku stroje byla nainstalována zářivka z důvodu dobré viditelnosti při chodu stroje. V současné době jsou testovány různé typy čelistí (nové materiály). V testování je i nové uložení nože a jeho princip návratu.

Fota viz. *Příloha 3*

3.2 Elektrická část

Úpravy elektrorozvaděče

Byla doplněna servisní zásuvka označená XS1, která je jističena 6A jednofázovým jističem FA1. Jistič je připojen na první fázi přívodu elektrického napájení. Za tímto jističem je ještě připojeno napájení pro osvětlení stroje přes pojistku označenou jako FU1. Propojení k zářivce umístěné v BagMakeru je realizováno přes konektor s označením CP10. Přes tento konektor je dále propojena silová část motoru pro posuv naváděcího zařízení folie a signály z koncových dorazů pro tento posuv. Přidáním motoru bylo potřeba doplnit elektroniku do rozvaděče pro jeho řízení. Byly přidány dva stykače K12 a K13 pro možnost reverzace směru posuvu naváděcího zařízení folie. Na spínací cívku stykačů ovládanou z výstupu PLC se do série přivedl rozpínací kontakt druhého stykače, z důvodu zajištění nesepnutí obou zároveň. Před stykačema se nachází ještě motorový spouštěč s označením FQ3.

Topné patry v čelistech BagMakeru byly vyměněny za výkonnější. Místo 200W příkonu se použil 300W. Jedním z požadavků bylo upravit hlídání teplot na čelistech pro každou ze spirál zvlášť. Tím se přidal další regulátor. Regulátory byly použity od firmy AUTONICS, typ TZ4ST-24S (funkce a nastavení [6]). Bylo potřeba doplnit třetí SSR relé OMRON G3PA-210B-VD. To je spínáno z přidaného regulátoru. Řídicí systém byl vybrán nový. Stávající by se dal použít dál, ale z důvodu ukončení prodeje, to nebylo možné.

Fota viz. *Příloha 3*

Návrh řídicí jednotky.

Při návrhu řídicí jednotky byl dodržován základní požadavek zadavatele, a to nasazení PLC od firmy OMRON. Jelikož je možné, že časem se změní požadavky na funkčnost BagMakeru a bude nezbytné použití speciálních vstupů a výstupů, použili jsme pro řízení BagMakeru PLC s možností volby modulů. Při jeho návrhu potřebujeme znát počet vstupů a výstupů, ale nemusíme tento počet striktně dodržovat, protože je možnost jednoduchého rozšíření PLC přídatnými kartami.

Návrh procesorové jednotky

Při návrhu procesorové jednotky si musíme položit otázku: "Jaká bude složitost řízeného zařízení", jinými slovy, kolik budeme potřebovat proměnných, kolik vstupních a výstupních bodů budeme ovládat, a jakého přibližného rozsahu bude naprogramován software. Rozsah softwaru se udává v jednotkách kSteps nebo kWords. Ptáme se tedy, z kolika kroků se bude skládat řídicí program. Dalším velmi důležitým parametrem v návrhu procesorové jednotky je procesní rychlost, tedy rychlost načítání vstupů, provádění jednotlivých instrukcí a vyhodnocení výstupů.

V nabídce firmy Omron jsou čtyři procesorové řady s možností volby modulů: CS1 (rackový), CJ1 (modulární), CJ2(modulární) a jedna kompaktní série. Každá série má několik procesorových řad, které se vzájemně liší procesní rychlostí, počtem I / O bodů a rozsahem programové kapacity. Jak bylo zmíněno výše, pro řízení BagMakeru jsme požadovali modulární PLC. Přicházeli pro nás, tedy v úvahu, procesorové jednotky ze série CJ1 a CJ2.

Série CJ1 a CJ2 obsahuje čtyři procesorové řady:

- CJ1M ,
- CJ1G-P,
- CJ2M ,
- CJ2H .

Aplikace řízení BagMakeru patří svým rozsahem a požadavky na paměť spíše k méně náročným. Pro řízení BagMakeru je potřebných méně než 2500 I/O bodů. Dali jsme tedy přednost použití modulárního PLC před rackovým. To znamená použití procesoru ze série CJ.

Paměťové alokace, instrukce a I/O jednotky jednotlivých řad jsou navzájem kompatibilní. To znamená, že existující program a komponenty, můžou být snadno znovu použity ve velkých i malých instalacích. Procesorová série CJ díky paměťové nenáročnosti aplikace řízení BagMakeru (vystačíme si méně než 5 tisíce kroků programu) a díky relativně nízkému počtu I / O bodů, který je nižší než 160, se jevila jako neoptimálnější použití procesoru z procesorové řady CJ1M. Navíc proces balení nevyžaduje vysokou procesní

rychlost. I v tomto ohledu řada CJ1M vyhovuje, protože procesní doba provádění instrukcí procesorů z této řady je 100 μ s. Série řady CJ1M má ze všech nabízených modulárních řad nejpriznivější cenu. Vyhověli jsme tím požadavkům zadavatele, navrhnout řízení v co nejnižší cenové hladině. Každá procesorová řada, tedy i řada CJ1M, obsahuje několik procesorových jednotek. Jednotky se od sebe liší rozsahem programu, množstvím I / O bodů, rychlostmi a případně obsahem speciálních vstupů a funkcí (komunikační port pro ethernet, rychlé vstupy atd.). Parametry jednotlivých procesorových jednotek v procesorové řadě CJ1 a CJ2 jsou zobrazeny v *Tab. 1*.

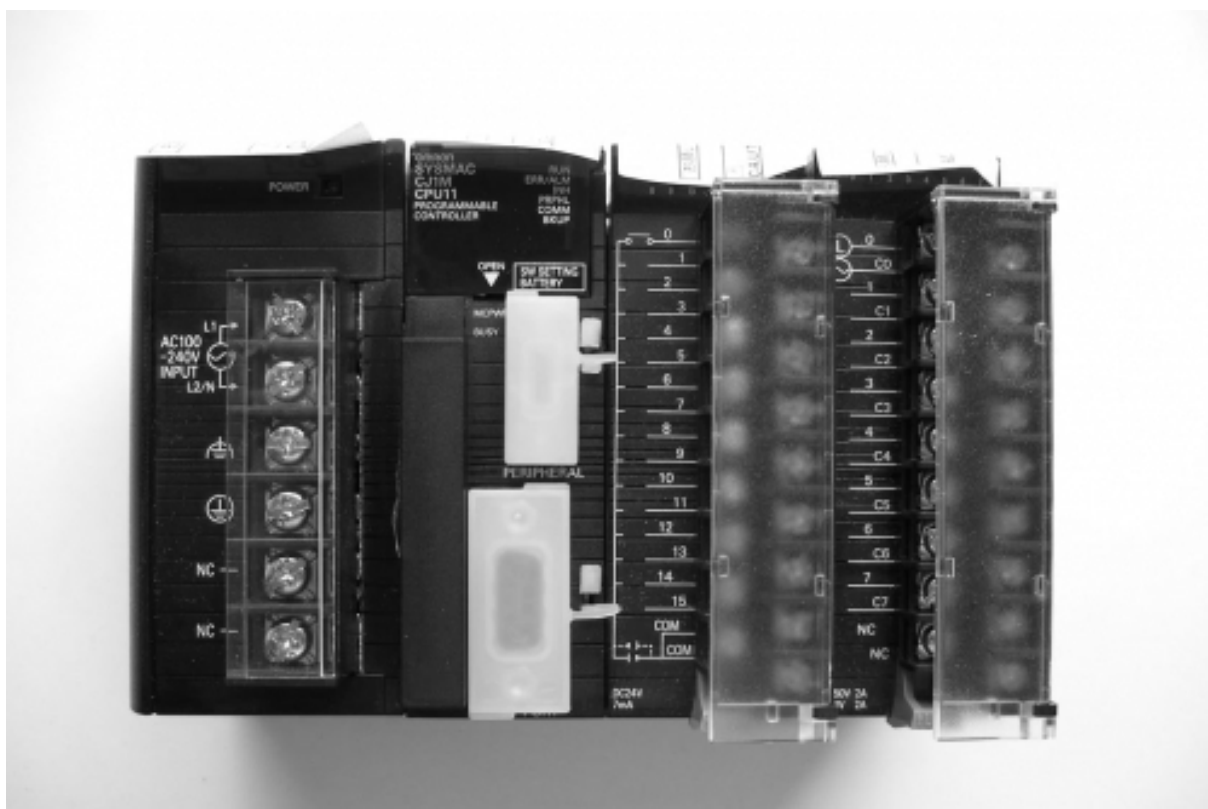
Tab1.- Parametry procesorových jednotek

Max. digitálních I/O bodů	Programová kapacita	Datová kapacita paměti	Rychlost logických operací	Max. I/O modulů	Šířka	Proudový odběr při 5 V	Zabudované funkce	Objednací kód
2.560	400 K	832 K	16 ns	40	80 mm	820 mA	USB + EtherMeVIP + RS-232C	CJ2H-CPU68-BP
2.560	250 K	512 K	16 ns	40	80 mm	820 mA	USB + EtherNeWP + RS-232C	CJ2H-CPU67-BP
2.560	150K	352K	16 ns	40	80 mm	820 mA	USB + EtherNetfIP + RS-232C	CJ2H-CPU66-BP
2.560	100 K	160 K	16ns	40	80 mm	820 mA	USB + EtherNetfIP + RS-232C	CJ2H-CPU65-EIP
2.560	50K	160 K	16 ns	40	80 mm	820 mA	USB + EtherNetfIP + RS-232C	CJ2H-CPU64-BP
2.560	60K	160 K	40 ns	40	62 mm	700 mA	USB + EtherNet/IP. serial comm. option slot	CJ2M-CPU35
2.560	30K	160K	40 ns	40	62 mm	700 mA	USB + EttierNeMP. serial comm. option slot	CJ2M-CPU34
2.560	20K	64K	40 ns	40	62 mm	700 mA	USB + EtherNetfIP. serial comm. option slot	CJ2MCPU33
2.560	10 K	64K	40 ns	40	62 mm	700 mA	USB + EtherMeWP. serial comm. option slot	CJ2M-CPU32
2.560	5K	64K	40 ns	40	62 mm	700 mA	USB + EtherNetfIP. serial comm. option slot	CJ2M-CPU31
2.560	400 K	832 K	16 ns	40	49 mm	420 mA	USB + RS-232C	CJ2H-CPU68
2.560	250 K	512 K	16 ns	40	49 mm	420 mA	USB + RS-232C	CJ2H-CPU67
2.560	150K	352K	16ns	40	49 mm	420 mA	USB + RS-232C	CJ2H-CPU66
2.560	100 K	160 K	16 ns	40	49 mm	420 mA	USB + RS-232C	CJ2H-CPU65
2.560	50K	160 K	16 ns	40	49 mm	420 mA	USB + RS-232C	CJ2H-CPU64
2.560	60K	160K	40 ns	40	31 mm	500 mA	USB + RS-232C	CJ2M-CPU15
2.560	30K	160 K	40 ns	40	31 mm	500 mA	USB + RS-232C	CJ2M-CPU14
2.560	20K	64K	40 ns	40	31 mm	500 mA	USB + RS-232C	CJBM-CPU13
2.560	10 K	64K	40 ns	40	31 mm	500 mA	USB + RS-232C	CJ2M-CPU12
2.560	5K	64K	40 ns	40	31 mm	500 mA	USB + RS-232C	CJ2MCPU11
1.280	60k	128 k	40 ns	40	69 mm	1.060 mA	Loop control engine (300 blocks)	CJ1G-CPU45P
1.280	30k	64k	40 ns	40	69 mm	1,060 mA	Loop control engine (300 blocks)	CJ1G-CPU44P
960	20k	64k	40 ns	30	69 mm	1.060 mA	Loop control engine (300 blocks)	CJ1G-CPU43P
960	10k	64k	40 ns	30	69 mm	1.060 mA	Loop control engine (50 blocks)	CJ1G-CPU42P
640	20k	32k	100 ns	20	49 mm	640 mA	2 Encoder inputs (100 kHz) 2 Prfse outputs (100 kHz) 4 interrupt/counter inputs	CJ1M-CPU23
320	10k	32k	100 ns	10	49 mm	640 mA	2 Encoder inputs (100 kHz) 2 Ptfise outputs (100 kHz) 4 interrupt/counter inputs	CJ1M-CPU22
160	5k	32k	100 ns	10	49 mm	640 mA	2 Encoder inputs (100 kHz) 2 Ptfise outputs (100 kHz) 4 interrupt/counter inputs	CJ1MCPU21
640	20k	32 k	100 ns	19	62 mm	950 mA	100 hase-Tx Ethernet pott	CJ1M-CPU13ETN
				20	31 mm	580 mA	-	CJ1M-CPU13
320	10k	32k	100 ns	9	62 mm	950 mA	100 base-Tx Ethernet port	CJ1M-CPU12-ETN
				10	31 mm	580mA -		CJ1MCPU12
160	5k	32 k	100 ns	9	62 mm	950 mA	100 base-Tx Ethernet port	CJ1M-CPU11-ETN
				10	31 mm	580mA -		CJ1M-CPU11

Při výběru procesorové jednotky sehrála velkou roli cena a možnost rozšíření. Potřebovali jsme získávat hodnoty pouze z indukčních senzorů, jednoho optického čidla

a dvou koncových dorazů na bázi 0/1 . Nebylo potřeba rychlých vstupů ani možnost připojení k Ethernetu. Uvedenými požadavky jsme omezili výběr jednotky na procesory CPU-11, CPU-12 a CPU-13.

Výběr konkrétního typu procesoru, jak je vidět z *Tab. 1*: CPU-11 obsahuje 5 tis. kroků, což pro aplikaci BagMakeru a pro splnění všech požadavků na funkčnost bylo dostatečné. Použili jsme tedy PLC s modulární strukturou CJ1M - CPU-11 *obr.8*.



Obr.8 - Procesorová jednotka CJ1M-CPU-11 se zdrojem a dvěma přídatnými kartami

Návrh vhodných rozšiřovacích karet

Jelikož jsme se rozhodli použít PLC s modulární strukturou, na zajištění požadované funkčnosti zařízení, nám návrh procesorové jednotky nemůže stačit. Proto bylo nutné navrhnout nasazení nezbytných rozšiřovacích karet. V našem případě se jednalo o nasazení:

- Jednotky binárních vstupů (2 ks)
- Jednotky binárních výstupů (2ks)

Adresace paměťových míst, používaných jednotlivými přídatnými jednotkami série CJ, se počítá podle vztahu:

$$m = D2000 + \text{číslo_jednotky} * 100,$$

pro alokaci místa v datové paměti DM, v CPU. V této paměti jsou umístěny nastavované parametry jednotlivých jednotek, potřebných pro správnou funkci, a podle vztahu:

$$n = CIO2000 + \text{číslo_jednotky} * 10,$$

pro alokaci místa v CIO paměti, v níž jsou ukládány vstupy a výstupy jednotlivých jednotek, měřené hodnoty a příznaky sloužící ke správné funkci jednotlivých jednotek.

m je adresa prvního slova v bloku rozložené paměti DM,

n je adresa prvního slova v bloku rozložené paměti CIO,

číslo_jednotky je číslo určováno pomocí přepínače čísla jednotky, který obsahuje každá jednotka, a pomocí softwarového nastavení. Tyto dvě čísla se musí shodovat! [7]

Návrh digitálních I / O jednotek

K dosažení sekvenčního řízení, tedy pro binární spínání jednotlivých zařízení a přijímání binárních hodnot od používaných zařízení je nutné použít digitální I / O jednotky.

Jednotky se typem rozlišují na:

- Triakové,
- Reléové,
- S stejnosměrný I / O napětí 24V,
- TTL 5V stejnosměrný I / O napětím,
- Se střídavý vstupním napětím.

Další rozdělení je pouze na základě počtu I / O bodů, které se pohybují od 8 až po 64.

Pro řízení BagMakeru je potřebných 22 vstupních bodů, schopných přijmout stejnosměrný signál s úrovní 24 V a 15 výstupních bodů s generováním stejného signálu. Výstupní body bylo ještě třeba rozdělit na dvě části. Jedna část je připojená stále, druhá se odpíná při otevření dveří bezpečnostním relé K6 z důvodu bezpečnosti. Na základě těchto požadavků jsme se rozhodli použít dvě 16bodové vstupní jednotky CJ1W-ID211(SL) a dvě 16bodové výstupní jednotky CJ1W-OD212(SL). Označení SL znamená, že byly použity bez šroubové svorky. Použití těchto jednotek nevyžaduje žádné nastavování. Vstupní a výstupní bity jsou zasílány do CIO paměťového prostoru. Každá jednotka zabírá jedno slovo. První slovo začíná na adrese CIO 0. Alokuje ho digitální I / O jednotka která je

zapojena na vnitřní CPU sběrnici jako první. Další připojené jednotky si přidělují následující slova v pořadí, ve kterém jsou připojeny [7].

3.3 Softwarová část

3.3.1 PLC

Vycházelo se z původního programu, zanechala se jeho struktura. Popisky byly z dánštiny přeloženy do češtiny kvůli orientaci a do angličtiny kvůli prezentaci dánským kolegům. Program měl tři sekce.

Jednotlivé sekce a jejich rozšíření:

- Zapnutí vypnutí

Zde se rozšířil program o jednotlivé doplněné sekce. První z nich byla funkce blokování chyby topení. Využívá se pro spuštění BagMakeru v případě, že nejsou čelisti ještě nahřáté na požadovanou teplotu. Je přístupná pouze v manuálním módu stroje. Funkce blokování Auto Standby slouží pro vypnutí Standby režimu. Dále je přidána funkce pro blokování automatického startu dopravníků. V některých případech bylo potřeba zajistit, aby se dopravníky po zapnutí nerozjely. Tyto funkce jsou přístupné pouze v servisním menu displeje viz. Kapitola 3.3.2.

- Obrazovky

Zde bylo provedeno nejvíce změn. Problém byl, jak vytvořit přepínání jednotlivých jazyků. Jelikož display NT21S neumožňuje přepisovat jednotlivé texty na obrazovkách, bylo potřeba pro každý z jazyků vytvořit vlastní obrazovku v daném jazyce. Přepínání se pak realizuje pomocí obrazovky pro výběr jazyka. Po stisku příslušného tlačítka se nastaví bit ve vnitřní paměti (instrukce KEEP). Tento bit je sepnut po celou dobu chodu programu. V případě potřeby změny jazyka je možnost stisknout tlačítko JAZYK na displeji ve volitelných funkcích, nebo při resetu stroje. Příklad realizace programu můžete vidět v příloze 2. V podobném duchu jsou realizovány všechny obrazovky s nastavením jednotlivých jazyků. V případě, že se splní požadovaná kombinace bitu pro výpis chybového hlášení, sepne se. Dále oproti původnímu řešení z kapitoly 2.3 byl program rozšířen o následující části: Spořič; Obrazovka vyplého topení v provozním režimu; Obrazovka SERVIS MENU; Obrazovka OPTION MENU; Obrazovka nepřipojené váhy; Obrazovka

STANDBY topení; Obrazovka Uběhnutí doby pro manuální běh; Obrazovka Posun fólie tlačítka jde pouze v RUN režimu; Obrazovka posunovače folie; Obrazovka přepnutí jazyka; Obrazovka alarmu přetopení horizontálních čelistí 2; Potvrzení přetopení horizontálních čelistí 2; Obrazovka alarmu nedotopení horizontálních čelistí 2; Potvrzení nedotopení horizontálních čelistí 2.

- Zpoždění baliče

Zcela nově vytvořená sekce programu. Zpožďuje impuls z váhy, který dává pokyn k zabalení materiálu do sáčku. To má za následek příjezd čelistí, k sobě, až ve chvíli, když materiál propadá tubusem.

- Chod stroje

Závažným nedostatkem této sekce byla absence rychlých čítačů na procesorové jednotce, které by měli snímat impulzy z čidel posuvu fólie vpřed. Problém je řešen softwarově, kde se využívá okamžité refreše zvoleného vstupu. Tím je vyřešeno snímání konkrétního vstupů během scantime procesoru. Další části programu, rozšířené oproti kapitole 2.3, jsou: Blokování Auto Standby Hlavního Motoru; Zpoždění baliče; Požadavek na zapnutí automatického režimu, povoleno při dosažení teplot.

- Posun folie

Zcela nově vytvořená sekce programu. Slouží pro ovládání stykačů K12 a K13 pro posuv naváděcího zařízení fólie. Jedinou podmínkou chodu této části programu je manuální režim BagMakeru.

- AutoStandby

Zcela nově vytvořená sekce programu. Obsahuje dvě části. Auto STANDBY hlavního motoru, kde je nastaven časovač pro automatické odpojení motoru čelistí po uplynutí nastavené doby nečinnosti. Auto Standby topení, odpojí silové napájení topným spirálám.

- END

Pouze ukončovací instrukce, která zůstala nezměněna.

3.3.2 Display

Původní řešení obrazovek BagMakeru viz. *Příloha 1*.

Nové řešení:

- Úvodní Obrazovka

Na *obr. 9* je znázorněna úvodní obrazovka, která je zobrazována kdykoliv je stroj připojen k elektrické síti nebo restartován. Restart se provádí na obrazovce *obr. 13* tlačítkem RESET.

První z problémů, který se naskytl, bylo vytvořit strukturu ovládání podobnou té předešlé. Zároveň do ní začlenit další funkce přístupné operátorům a funkce určené jen pro mechaniky.

Na úvodní obrazovce je nápis LEGO, který slouží k zapnutí servisního menu. To je spouštěno podržením daného nápisu po dobu 5 sekund. Poté je LEGO kostička zbarvena. Po zbarvení a následném stisku kostičky je zobrazeno servisní menu *obr. 15*, kterému předchází výběr jazyka. Standardní zapnutí (operátor) je provedeno stiskem kostičky. Tím je otevřena obrazovka pro výběr jazyka *obr. 10*.

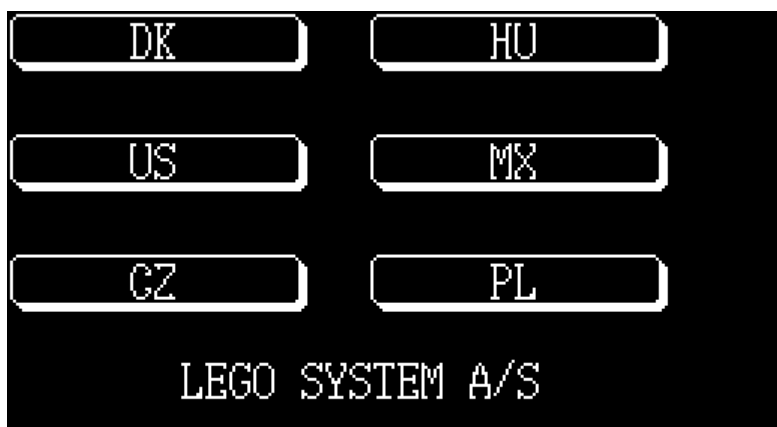
Dalšími údaji na úvodní obrazovce jsou aktuální verze programů pro display a PLC.



Obr. 9 - Úvodní obrazovka

- Výběr jazyka

Na této obrazovce je pouze zvolen požadovaný jazyk *obr. 10*.



Obr.10 – Obrazovka určená pro volbu jazyka

- Menu

Šipky umožňují posun mezi jednotlivými obrazovkami displeje. Tlačítka ON / OFF slouží k ovládání jednotlivých silových prvků BagMakeru. Tlačítko AUTO slouží k uvedení BagMakeru do automatického režimu, kdy čeká na povel z váhy. Tlačítko MAN slouží k manuálnímu cyklu stroje. Po stisku Nůž vypnut se nápis změní na Nůž zapnut a BagMaker nestříhá sáčky. Kontrolka Chyba bliká, vždy po zobrazení chybové obrazovky, dokud není problém vyřešen.



Obr.11 – Hlavní menu BagMakeru

- Předvolby a ovládání

Blokování chyby fólie je funkce, použitá v případě, když je balič spouštěn bez fólie. Tlačítko Dle značek na folii přepíná snímání čidla z dolní úvratě čelistí na čidlo pro snímání značek z fólie. Topení vypnuto vypíná napájení pro topné spirály na čelistech. Tlačítko po stisku změní svůj název na Topení zapnuto To samé dělá i Vibrátor Vypnut. Funkce vybrátoru se již nepoužívá z důvodu zhoršení kvality svárů. Zůstala spíše z historických důvodů.



Obr.12 – Obrazovka předvoleb a ovládání

- Volitelné funkce

Tlačítko Zpoždění vypnuto ovládá funkci pro zpoždění signálu váhy, z důvodu problémových elementů, které mají delší dobu propadu. Propadávají až po přijetí čelistí k sobě. RESET restartuje PLC, které naběhne do základního nastavení. Tlačítkem JAZYK se objeví nabídka s výběrem jazyka viz. Obr. 10.



Obr.13 – Obrazovka s volitelnými funkcemi

- Posun folie

Tlačítko VLEVO realizuje posun naváděcího zařízení fólie, bráno z čelního pohledu na BagMaker. To samé jen v opačném směru realizuje tlačítko VPRAVO. Kontrolky Max. vpravo a Max. vlevo signalizují dojetí naváděcího zařízení do koncové polohy. Snímání konce je realizováno pomocí koncových spínačů.



Obr.14 – Obrazovka pro posun fólie

- Servisní menu

U všech použitých tlačítek je zde funkce pro změnu textu při jejich zapnutí. Realizováno je to pouze změnou nápisu ze zapnuto na vypnuto. V případě úsporného režimu (zapíná se automaticky po hodině nečinnosti stroje), máme možnost vypnutí funkce STANDBY TOPENÍ a STANDBY MOTOR, v tomto případě se po zvolení požadovaná část nepřepne do úsporného režimu. Při vypnutí obou funkcí vyřadíme standby režim.



Obr.15 – Servisní menu

- Chybová hlášení

V případě výskytu chyby se zobrazí obrazovka s tlačítkem POTVRDIT a balič se zastaví. Po potvrzení naskočí obrazovka Obr.11, bliká nám kontrolka chyby a je potřeba udělat jeden manuální cyklus. Pak lze BagMaker vrátit zpět do automatu.

Na obr.16 je vyobrazen příklad chyby, kdy ani jedno čidlo na čelistech nebylo sepnuto. V dolním rohu chybového hlášení je zobrazeno číslo obrazovky pro snadnější orientaci v programu, při hledání chyb.



Obr.16 –Příklad chybového hlášení

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo seznámit se stávajícím způsobem řízení balícího stroje Gainsborough BagMaker u firmy LEGO Production s.r.o. Při plnění tohoto úkolu bylo zjištěno, že firma má dosud sedm možných zapojení. Projektová dokumentace k jednotlivým typům nebyla odpovídající, popř. i chyběla. Proto bylo vytvoření standardu celkem nelehký úkol. Bylo potřeba sjednotit řídicí systém, vytvořit příslušnou projektovou dokumentaci a navrhnout řídicí software pro PLC, který bude stroje ovládat.

Výběr jednotlivých částí byl částečně dán požadavkem na možnost použití stávajících komponent použitých v předešlých řešení. Jednalo se především o použití displeje NT20S a PLC CJ1M která se v některých rozvaděčích vyskytovala. Tím se značně snížily náklady na renovaci. Vybrány regulátor TZ4S teploty byl stanoven firmou, realizující stavby rozvaděčů dle našich požadavků, která ho doporučila.

Projektová dokumentace zatím není zkompletována. Elektrická schémata a PLC list jsou kompletní. Chybí aktuální seznamy pro komponent list a part list. To je zapříčiněno chybějícími daty, jednotlivých komponent, pro jejich objednávky a uskladnění.

Po několikaměsíčním testování a upravování programu byl BagMaker uveden do provozu. Jeho vývoj nadále pokračuje. Uvažuje se o propojení s novými výstupními dopravníky (BoxChanger).

V praxi se potvrdilo, že zvolené řešení je vzhledem k požadavkům vyhovující. V současné době je takto navržené řešení praktikováno na většině BagMakerů firmy LEGO Production s.r.o

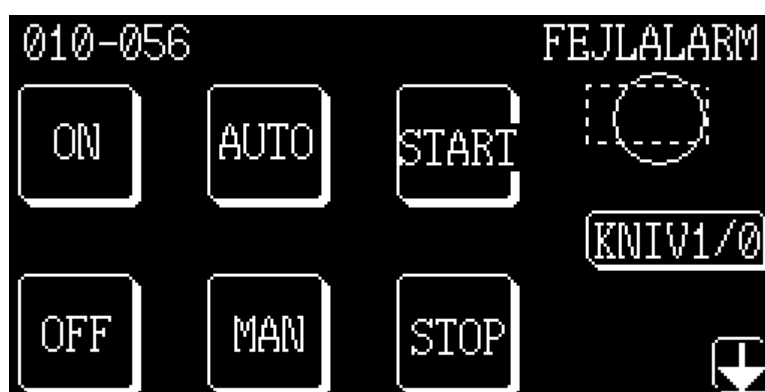
5 Reference

- [1] *Http://www.cadware.cz* [online]. 2006 [cit. 2010-05-18].
Http://www.cadware.cz/download/pcschematic/pcs_info.pdf. Dostupné z WWW:
<*http://www.cadware.cz*>.
- [2] *HTTP://WWW.ODBORNECASOPISY.CZ* [online]. 2006 [cit. 2010-04-25].
Http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27745. Dostupné z WWW:
<*http://www.odbornecasopisy.cz*>.
- [3] *HTTP://WWW.ODBORNECASOPISY.CZ* [online]. 2006 [cit. 2010-04-25].
Http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33578. Dostupné z WWW:
<*http://www.odbornecasopisy.cz*>.
- [4] *HTTP://147.229.68.118* [online]. 2005 [cit. 2010-05-18].
Http://147.229.68.118/~adamek/uceb/DATA/s_5_3.htm. Dostupné z WWW:
<*http://147.229.68.118*>.
- [5] Solid State Relay In WIKIPEDIA : THE FREE ENCYCLOPEDIA [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2009, 4.5.2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <*http://cs.wikipedia.org/wiki/Solid_State_Relay*>.
- [6] Regulátor teploty TZ4ST : Návod k obsluze. In . Korea : Autonics corporation, 2004 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <*http://www.vakomo.cz/files/pdf/TZ4ST_navod.pdf*>.
- [7] *HTTP://INDUSTRIAL.OMRON.CZ* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18].
Http://industrial.omron.cz/cs/products/catalogue/automation_systems/programmable_logic_controllers/modular_plc_series/cj1m/digital_i_o_units/default.html. Dostupné z WWW:
<*http://industrial.omron.cz/cs/products/catalogue/automation_systems/programmable_logic_controllers/modular_plc_series/cj1m/digital_i_o_units/default.html*>.
- [8] OPERATION MANUAL : SYSMAC CS/CJ Series. OMRON PROGRAMMING CONSOLES [online]. 2005, W341-E1-05, [cit. 2010-05-18]. Dostupný z WWW:
<*http://downloads.industrial.omron.cz/IAB/Products/Automation%20Systems/PLCs/Modular%20PLC%20Series/CJ1M/W341/W341-E1-05+ProgrConsole+OperManual.pdf*>.
- [9] Programmable Controllers : SYSMAC CS Series CS1G/H-CPU_-EV1, CS1G/H-CPU_H, CS1D-CPU_H, CS1D-CPU_S SYSMAC CJ Series CJ1H-CPU_H-R, CJ1G-CPU_, CJ1G/H-CPU_H, CJ1G-CPU_P, CJ1M-CPU_ SYSMAC One NSJ Series. OMRON PROGRAMMABLE CONTROLLERS [online]. 2009, W394-E1-14, [cit. 2010-05-18]. Dostupný z WWW:
<*http://downloads.industrial.omron.cz/IAB/Products/Automation%20Systems/PLCs/Modular%20PLC%20Series/CJ1M/W394/W394-E1-14+CS-CJ-Series+ProgrammingManual.pdf*>.
- [10] Programovateln%C3%BD logick%C3%BD automat. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <*http://cs.wikipedia.org/wiki/Programovateln%C3%BD_logick%C3%BD_automat*>

Příloha 1

Původní řešení displeje BagMakeru

Na *Obr.a* je zobrazena ovládací část, na které je možno nastavit zapnutí výkonových částí baliče tlačítkem ON. Tlačítko OFF naopak slouží k vypínání. Tlačítko AUTO bylo použito pro automatický chod stroje spolu s tlačítkem start. V této kombinaci balič čeká na signál z váhy, který dá impuls pro zabalení. MAN byl použit pro manuální chod, v případě, že je potřeba seřadit navádění fólie. Tlačítko KNIV1/0 zapíná a vypíná funkci nože. FEJLALARM blinká v případě, že nastala chyba. Po stisku tlačítka se na obrazovce zobrazí chybové hlášení. V případě, že chyb je více, jsou zobrazeny postupně, v pořadí po jednotlivém potvrzení. Posledním tlačítkem je malý čtverec umístěný vpravo dole, tím se přepíná do dalšího menu.



Obr.a – Obrazovka s ovládací částí stroje

- Menu

Na této obrazovce je dalších šest tlačítek. BUNDMÆLDING; FOLIEMÆRKE; Tlačítko VARME 1/0, která slouží k vypínání a zapínání topných spirál na čelistech; ANU.FOLIEF., která zapíná funkci pro ignorování chybových hlášení (chyba tažení folie a konec folie); Tlačítko VIB. 1/0, které je použito pro sepnutí vibrátoru, ten pak rozvibruje tubus, jímž propadává materiál. Tlačítko se šipkou nahoru vrací na obrazovku ovládání *Obr.a*.



Obr.b - Menu

- Bezpečnostní okruh

Obrazovka upozorňuje na otevření dveří. Jsou zde dvě tlačítka a dvě kontrolky. TIL značí vypnout silovou část, FRA naopak zapnout silovou část baliče.



Obr.c – Obrazovka bezpečnostního okruhu

- Příklad chyby

Na *Obr.d* je znázorněna Chyba folie. Každá chyba musí být potvrzena stiskem tlačítka RETURN.

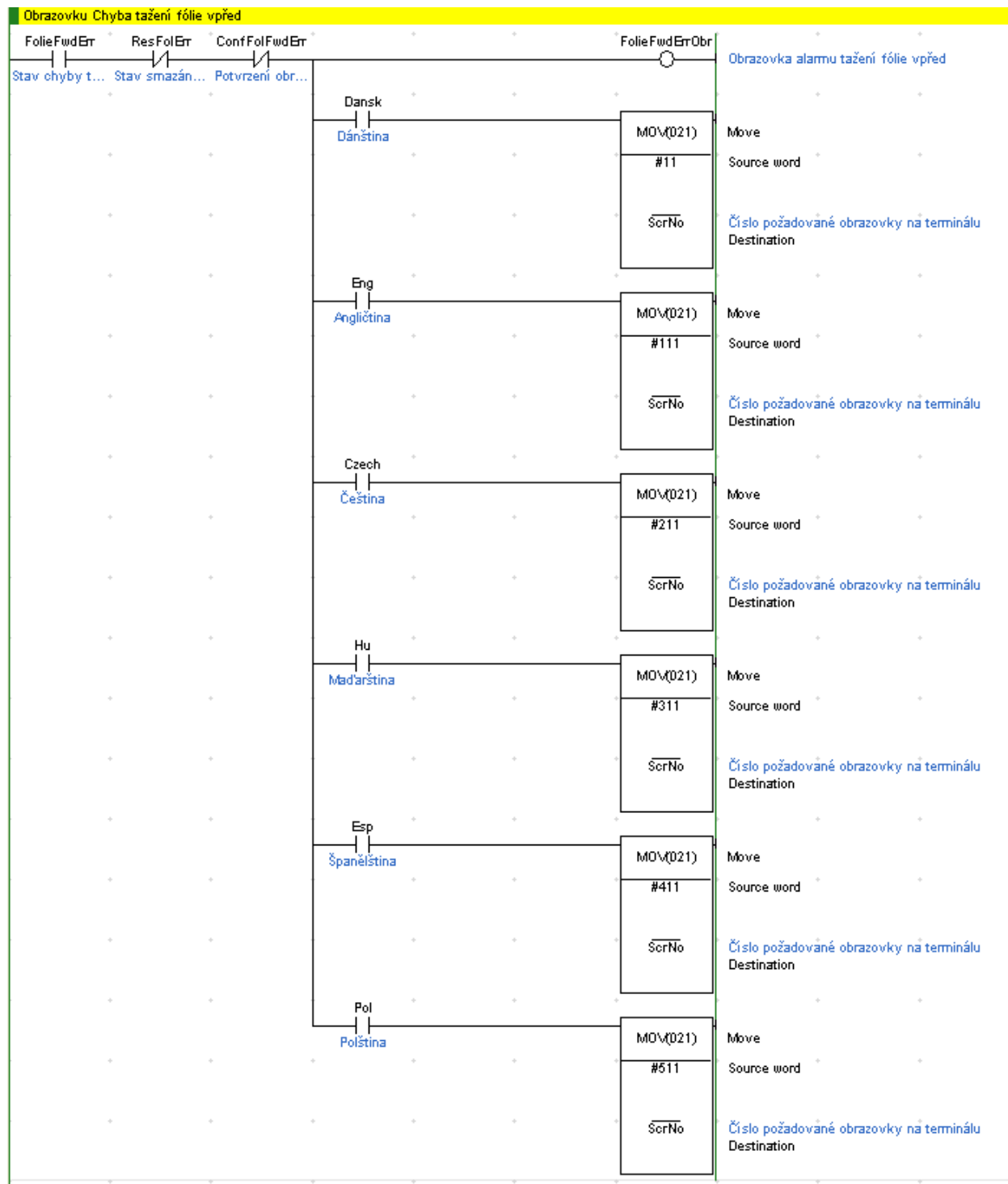
Popis chyby má dvě části. První část značí, čeho se chyba týká (zde problém s folií). Druhá část řeší konkrétní problémem.



Obr.d – Obrazovka s hlášením chyby

Příloha 2

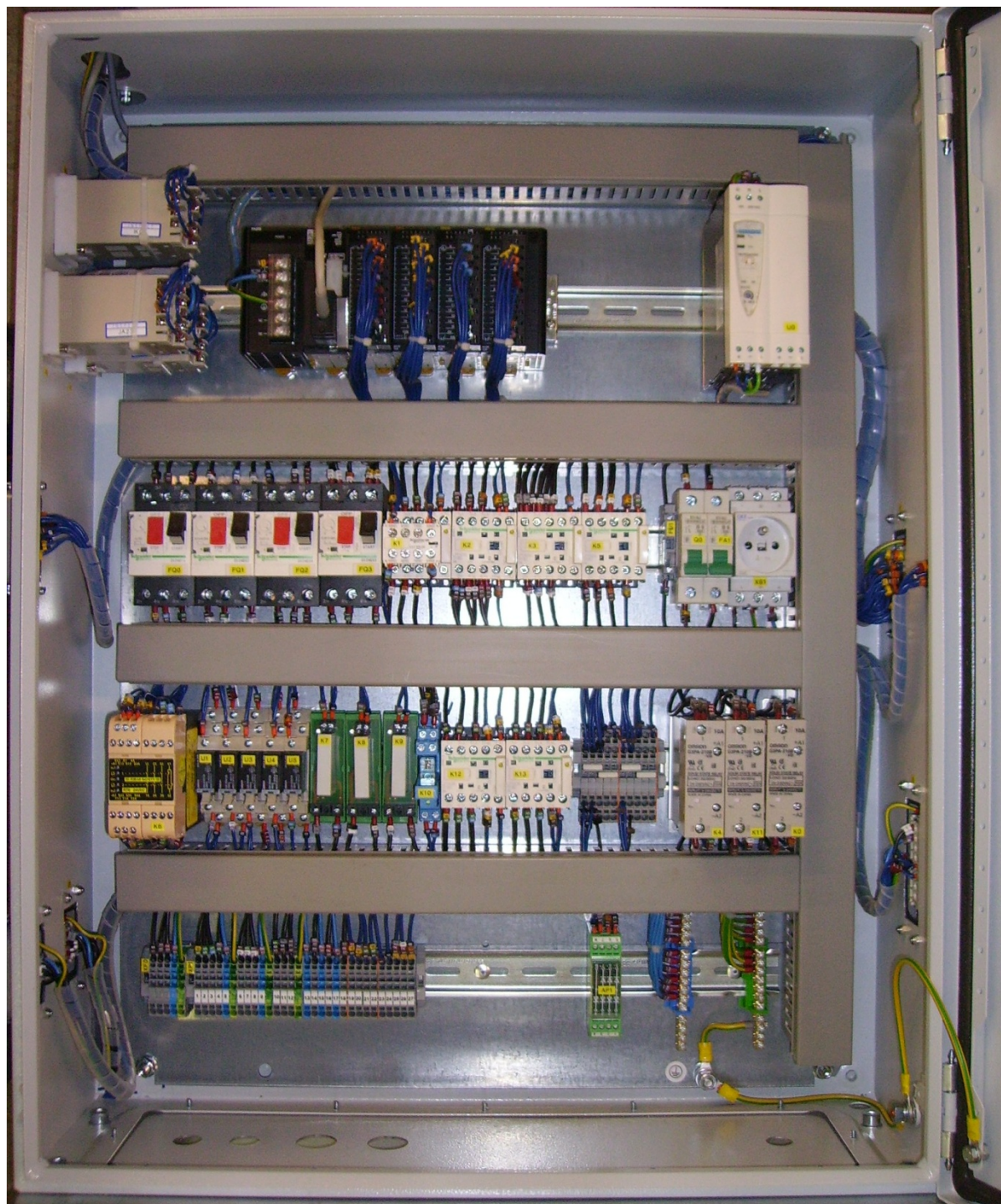
Programové řešení výběru obrazovky s požadovaným jazykem



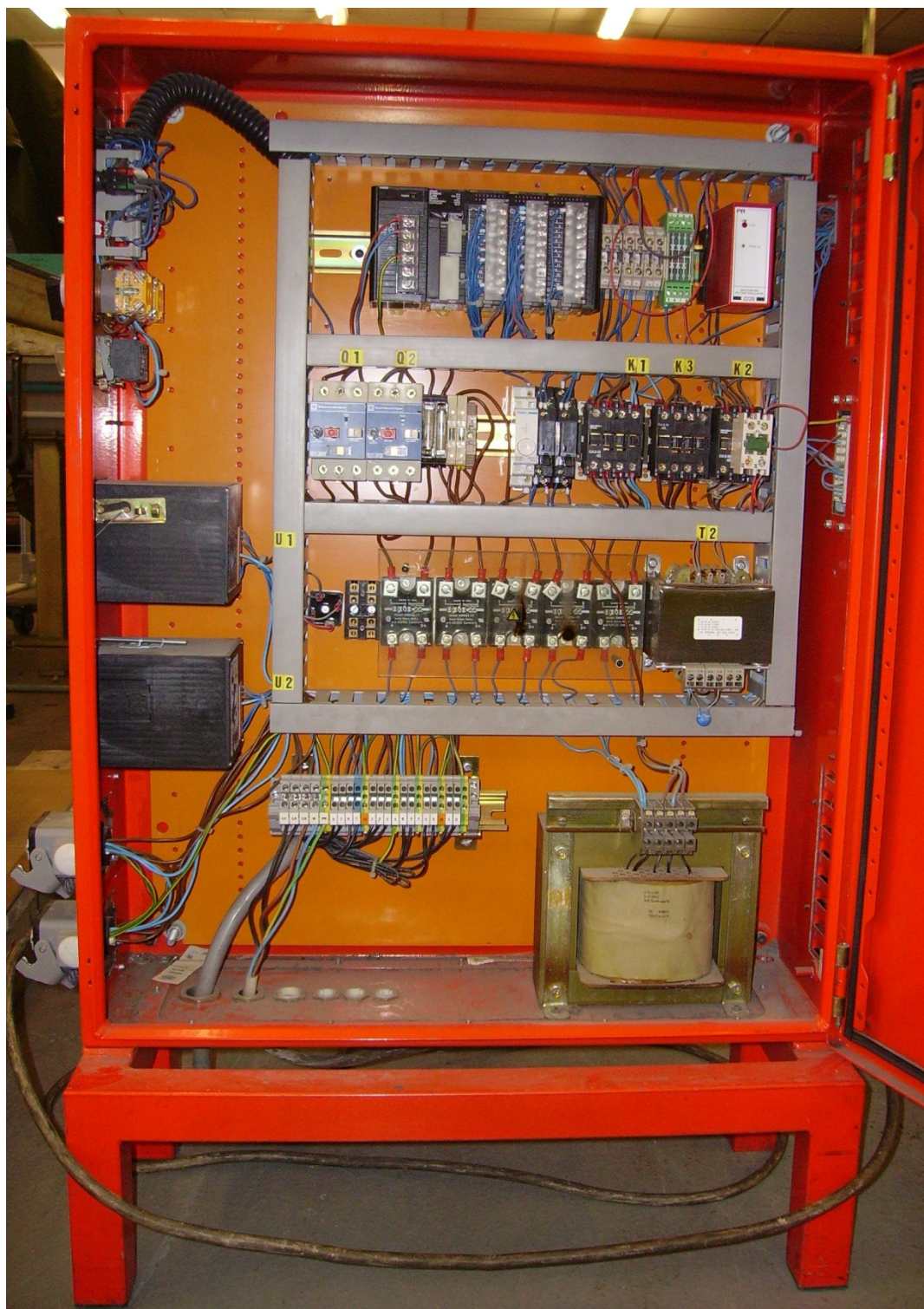
Obr.e - Programové řešení výběru obrazovky

Příloha 3

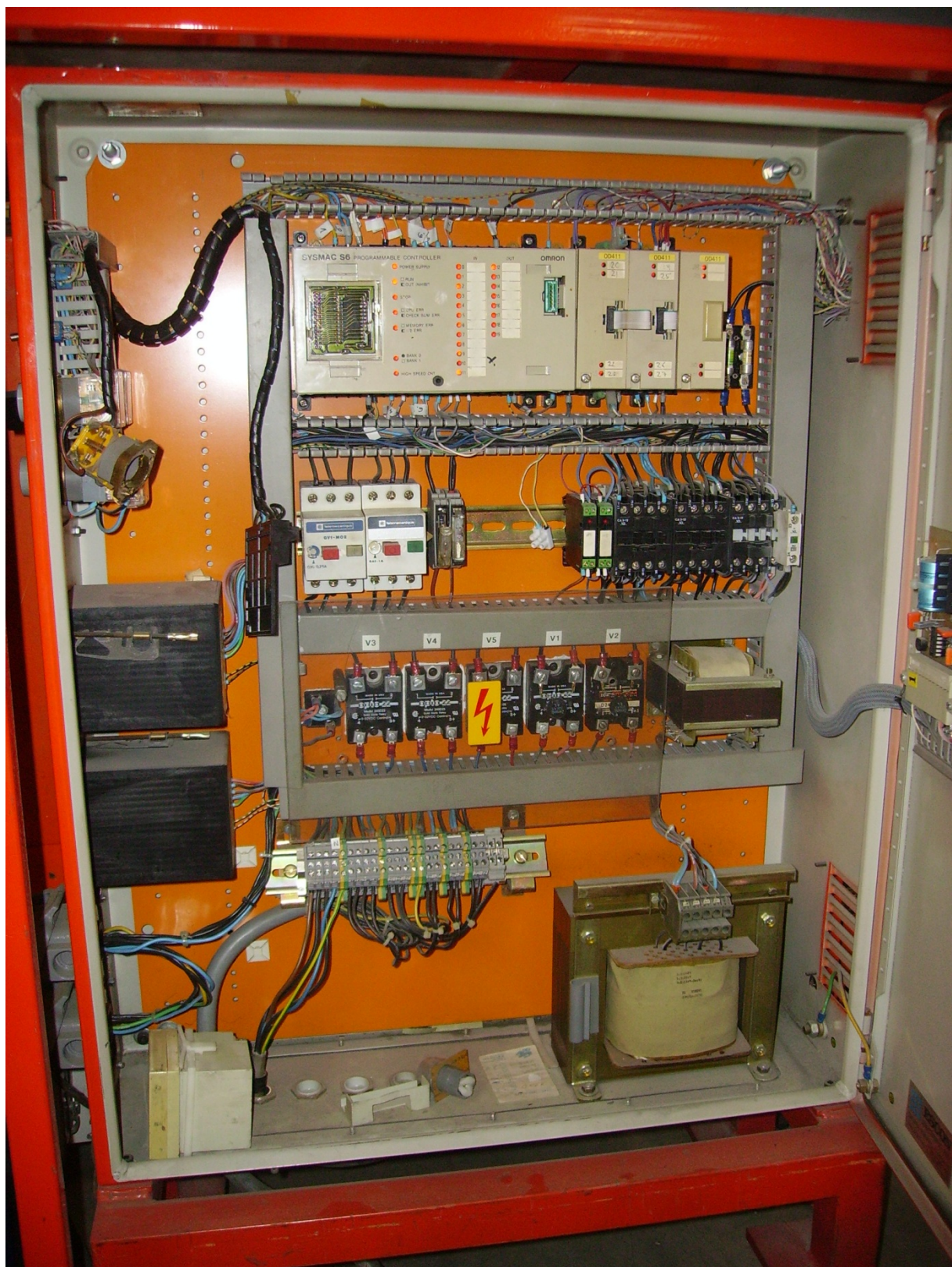
Obrázky rozvaděčů:



Obr.f – Pohled do nově navrženého rozvaděče



Obr.g - Pohled do rozvaděče S6 s novou řídicí jednotkou



Obr.h - Pohled do rozvaděče S6



Obr.i – Čelní pohled na různé typy rozvaděčů k BagMakeru